

Rheinisch-Westfälische Akademie der Wissenschaften

VORTRÄGE
N 279

28. Jahresfeier am 3. Mai 1978

JOSEPH STRAUB

Züchtungsforschung im Dienste der Ernährung



Westdeutscher Verlag


RHEINISCH
WESTFÄLISCHE
AKADEMIE DER
WISSENSCHAFTEN

Rheinisch-Westfälische Akademie der Wissenschaften

Natur-, Ingenieur- und Wirtschaftswissenschaften Vorträge · N 279

Herausgegeben von der
Rheinisch-Westfälischen Akademie der Wissenschaften

28. Jahresfeier am 3. Mai 1978

JOSEPH STRAUB

Züchtungsforschung im Dienste der Ernährung



Westdeutscher Verlag

28. Jahresfeier am 3. Mai 1978 in Düsseldorf

CIP-Kurztitelaufnahme der Deutschen Bibliothek

Straub, Joseph:
Züchtungsforschung im Dienste der Ernährung : 28. Jahresfeier am 3. Mai 1978 / Joseph Straub. – Opladen : Westdeutscher Verlag, 1978.
(Vorträge / Rheinisch-Westfälische Akademie der Wissenschaften : Natur-, Ingenieur- u. Wirtschaftswiss. ; N 279)
ISBN-13: 978-3-531-08279-0 e-ISBN-13: 978-3-322-86461-1
DOI: 10.1007/978-3-322-86461-1

Gesamtherstellung: Westdeutscher Verlag GmbH

ISBN-13: 978-3-531-08279-0

Inhalt

Präsident Professor Dr. phil. *Theodor Schieder*, Köln

Begrüßungsansprache 7

Professor Dr. phil. *Joseph Straub*, Köln

Züchtungsforschung im Dienste der Ernährung 13

Abbildungen 27

Begrüßungsansprache

Von *Theodor Schieder*, Köln

Im Namen der Rheinisch-Westfälischen Akademie der Wissenschaften begrüße ich zu der heutigen Jahresfeier die erschienenen Freunde und Gäste. Ich gebe der Hoffnung Ausdruck, daß Sie alle eine Stunde der Besinnung bei uns finden mögen. Durch Ihr Erscheinen ehren Sie uns und verpflichten uns zu Dank.

Ich habe die traurige Pflicht, unsere Feier mit dem Gedenken an die Toten zu eröffnen. Im zurückliegenden Jahr ist – für uns alle unerwartet – *Ludwig Rosenberg*, Mitglied des Kuratoriums der Rheinisch-Westfälischen Akademie der Wissenschaften, am 23. Oktober 1977 im 75. Lebensjahr gestorben. Mit ihm verliert die Akademie einen Förderer und Freund, der seit ihren Anfängen dem Kuratorium angehörte.

Die Klasse für Natur-, Ingenieur- und Wirtschaftswissenschaften betrauert den Tod von *Günther Leibfried*, Aachen, der uns – Mitglied seit 1971 – in langjähriger Freundschaft verbunden war.

Lassen Sie mich meinen Bericht mit den äußeren Zahlen und Fakten beginnen. Durch die letzten Wahlen ist die Akademie auf 162 Mitglieder, davon 26 korrespondierende, angewachsen.

Die Klasse für Geisteswissenschaften hat folgende neue Mitglieder gewählt:

Eugen Ewig
Professor für Mittlere und Neuere Geschichte,
Universität Bonn

Heinz Hübner
Professor für Bürgerliches Recht, Handelsrecht, Römisches Recht,
Universität Köln

Clemens Menze
Professor für Pädagogik,
Universität Köln

Klaus Stern
Professor für Öffentliches Recht, Allgemeine Rechtslehre und
Verwaltungslehre,
Universität Köln

Die akademieeigene Arbeit, über die das zum zweiten Mal erschienene Jahrbuch, das heute hier ausliegt, Auskunft gibt, läßt sich messen an der Zahl und dem Gehalt ihrer Veröffentlichungen und ihrer Sitzungen. Im Jahre 1977 sind in der Klasse für Geisteswissenschaften acht, in der Klasse für Natur-, Ingenieur- und Wirtschaftswissenschaften neun der früher gehaltenen Vorträge – z. T. mit der ihnen folgenden Diskussion – erschienen; dazu zwei von der gesamten Akademie herausgegebene Abhandlungen. Von der Klasse für Geisteswissenschaften konnten bis heute *228* Vorträge, von der Klasse für Natur-, Ingenieur- und Wirtschaftswissenschaften *274* Vorträge veröffentlicht werden. Die Zahl der vorgelegten Wissenschaftlichen Abhandlungen beider Klassen beträgt *73*.

Unsere Veröffentlichungen erreichen durch die Ausgabe an Volkshochschulen, Gymnasien und Büchereien im Lande Nordrhein-Westfalen, aber auch durch den Buchhandel eine breitere Öffentlichkeit. Einige unserer Schriften sind längst vergriffen. Die Akademie unterhält mit 71 Gelehrten Gesellschaften und Akademien der Wissenschaften des In- und Auslandes einen Austausch der Schriften. Wenn ich das erwähne, soll das nicht ein leeres Zahlenspiel sein, sondern den Wirkungsgrad anzeigen, den auch die nicht mit spektakulärer Werbung auf dem Büchermarkt angezeigten Publikationen einer Akademie haben können.

Die Stellung der Akademien in der Forschungsorganisation eines Landes ist nicht leicht zu beschreiben. Sie ist verschieden von Land zu Land und hat sich überall historisch entwickelt. Auszugehen ist von der Grundtatsache des Nebeneinander der *in* den Hochschulen und *außerhalb* von ihnen betriebenen Forschung. Dieses Nebeneinander darf kein Gegeneinander sein, sondern muß ein Miteinander werden. Schon nach der Humboldt'schen Grundidee waren die Akademien als Ergänzung zur Universitätsforschung gedacht. Sie sollen nicht Wissenschaft und Forschung monopolisieren und den Hochschulen die Lehre überlassen – eine Erscheinungsform, wie sie heute in den Ostblockländern weder zum Segen der einen noch der anderen besteht. In der Bundesrepublik existieren Forschungsorganisationen, wie die Max-Planck-Gesellschaft, in denen die an Institute gebundene Großforschung der Naturwissenschaften, z. T. auch die Grundlagenforschung der Geisteswissenschaften, betrieben wird. Es existiert die Deutsche Forschungsgemeinschaft als die große Institution der Forschungsförderung Dritter, und es existieren die Akademien, zu deren Kompetenzbereich Begegnung von Wissenschaftlern verschiedener Fächer und Diskussion als Mittel der Befruchtung verschiedener Disziplinen, aber auch die Förderung derjenigen langfristigen Unternehmen gehören, die der Kontinuität der Forschung von langer Dauer bedürfen.

Diese Aufteilung, wie sie sich namentlich seit dem Wiederaufbau nach dem 2. Weltkrieg entwickelt hat, hat nicht zum Ziel, die Hochschulen aus der Forschung auszuschließen. Es bleibt im Gegenteil ein Hauptziel der deutschen Wissenschaftsorganisation, die Bindung zwischen Forschung und Lehre nicht zu lockern. Die Einheit von Forschung und Lehre soll keine inhaltsleere Formel sein, sondern muß ständig auch unter den heutigen, außerordentlich erschwerten Bedingungen mit Inhalt erfüllt werden. Es wäre ein Irrweg, die Hochschulen auf die Lehre und Ausbildung abzuschieben, denn Lehre ohne ständige Auffrischung und Anregung durch Fortschritte der Wissenschaft müßte verdorren. Wenn sich nicht ständig Wissen durch neue Forschung anreichert, würde Wissensvermittlung sinnlos und nur zur Weitergabe von Sekundärwissen. Daher hat die Akademie ein vitales Interesse an der Entwicklung der Hochschulen. Bei der unsrigen gilt das allein schon wegen der gemeinsamen Betreibung einer Reihe von Forschungsunternehmen. – Darum hat die Akademie auch eine Legitimation gesehen, sich zu dem Entwurf eines neuen Hochschulgesetzes des Landes Nordrhein-Westfalen zu äußern. Wir freuen uns, daß diese Begründung auch offensichtlich von seiten der Regierung und an ihrer Spitze des Herrn Ministerpräsidenten, des Vorsitzenden des Kuratoriums unserer Akademie, nicht mißverstanden wurde. Wir hoffen, daß unser Rat nicht beiseitegelegt, sondern als ein Beitrag zu einer vernünftigen, sachgerechten Lösung der Hochschulprobleme anerkannt wird. Die Akademie und ihre Mitglieder vertreten nicht irgendwie geartete Interessen der Hochschullehrer oder gar der Ordinarien, sondern sie sind von wirklicher Sorge um die Funktionsfähigkeit der Hochschulen unseres Landes bestimmt. Die Abgrenzung von den die Forschung unmittelbar betreffenden und anderen sie mittelbar tangierenden Bestimmungen in den neuen Hochschulgesetzen ist fließend. Darum war es auch für die Akademie schwer, bei ihrem Votum die Grenze zu bestimmen, die ihr durch ihr eigenes Statut gesetzt ist. Ich nenne nur das Übermaß von Selbstverwaltung und Selbstverwaltungsorganen, die Unterstellung von Sachfragen, die nur aufgrund von Sachkenntnis beantwortet werden können, unter die Entscheidung durch Wahlgremien. Qualität der Forschung hat zur Bedingung Qualität der Forscher. Nicht alles, was heute sich z. T. in anspruchsvollen Worten als Wissenschaft ausgibt, ist dieser wirklich zuträglich. Wir wollen keine Barriere durch artistische Fachsprachen aufrichten, sondern wir wollen den weltoffenen, qualitätsbewußten, dem wissenschaftlichen Gegenstand angemessenen Ausdruck der Erkenntnis, die *in* und *auf* die Öffentlichkeit wirken soll.

Sorgen anderer Art bedrücken zudem die Mitglieder der Akademie. Zuallererst die Sorge um unseren wissenschaftlichen Nachwuchs, aus dem ein-

mal auch die Mitglieder der Akademie hervorgehen sollen. Seine gegenwärtige Lage gibt in bestürzendem Maße Anlaß zu Befürchtungen und sollte von Regierung und Landtag bei allen Entscheidungen in Rechnung gezogen werden, wenn wir uns in nicht allzu ferner Zeit vor katastrophale Entwicklungen gestellt sehen wollen. Wenn die Wissenschaft sich nicht durch beständigen Zustrom neuer Kräfte entwickeln kann, kann dies verheerende Folgen für unsere Wirtschaft, aber auch für unser politisches Zusammenleben haben.

In den von der Akademie betreuten wissenschaftlichen Unternehmungen werden wir unmittelbar vor die Probleme der Generation junger Forscher gestellt, deren Zukunftsaussichten so sehr zusammengeschrumpft sind, daß viele von einer wirklichen Existenzangst erfaßt sind, die ihre wissenschaftliche Leistungsfähigkeit beeinträchtigt. Viele sozialrechtliche Bestimmungen, die der sozialen Sicherheit dienen sollen, sind heute manchmal geeignet, das Gegenteil zu bewirken. Hier müßte jede Entscheidung genau überprüft werden.

Aber kommen wir zur Akademie und ihren Anliegen zurück! Erfüllt sie ihre Aufgaben richtig und im Geiste ihrer Gründer? Die stattliche Anzahl von 19 Veröffentlichungen, darunter die größte Zahl Vorträge in den beiden Klassen, legt Zeugnis ab von einem regen geistigen Leben und zeigt an, daß der im Akademiegesetz ausdrücklich als Aufgabe genannte wissenschaftliche Gedankenaustausch unter den Mitgliedern und mit den Vertretern des wirtschaftlichen und politischen Lebens des Landes tatsächlich stattfindet. Wir möchten hoffen, daß diese Veröffentlichungen, die unter der Fülle wissenschaftlicher Publikationen in unserem Land seit längerer Zeit erhebliche Beachtung und Aufmerksamkeit finden – auch wenn ihre Thematik nicht immer unmittelbar aktuelle Probleme zu berühren scheint –, weiterhin ihre Wirkung tun. Es gingen in der Geschichte der Wissenschaften oft Anstöße von zunächst unbeachteten und scheinbar abseits liegenden Untersuchungen aus: Die Geschichte der Medizin und der medizinischen Grundlagenforschung bietet dafür besonders eindrucksvolle Beispiele. Das soll nicht heißen, daß unsere Programme nicht noch genauerer Prüfungen auf das, was heute als Relevanz bezeichnet wird, bedürfen. Damit ist nicht modische Aktualität gemeint, die morgen schon vergessen sein kann, sondern ein richtiger Maßstab für wirkliche Bedeutung und Bedeutsamkeit. Im übrigen ist ein Ausgleich zwischen unerläßlicher Wissenschaftlichkeit und öffentlichem Interesse dadurch gewährleistet, daß die letzte Beschlußfassung über unsere Jahresprogramme beim Kuratorium liegt, an dessen Spitze der Ministerpräsident dieses Landes steht. Die Verhandlungen in diesem Gremium vollziehen sich in einer sachlichen Form und – fast möchte ich sagen – freundschaftlichen Atmosphäre.

Wir werden im Auge behalten müssen, daß unsere Schriften und unsere Veranstaltungen eine breitere Öffentlichkeit erreichen sollen, die im wachsenden Maß irritiert wird durch Unübersehbarkeit, ja Widersprüchlichkeit einer ins Massenhafte gehenden wissenschaftlichen Produktion, aus der nicht jeder sofort selbst die Perlen herausfischen kann. Dies zu tun, ist eine wahrhaft akademische Aufgabe, der wir uns unterziehen müssen. Sie wird uns erleichtert, wenn die Vertreter des politischen und wirtschaftlichen Lebens unseres Landes in unseren Akademie-Sitzungen, die ihnen im Gegensatz zu anderen Akademien zugänglich sind, in größerer Zahl in Erscheinung treten. Wir kennen die Zeitnöte der Parlamentarier und Politiker, aber sie sollten es doch noch zulassen, wenigstens einmal im Monat an einer wissenschaftlichen Veranstaltung teilzunehmen. Die Beziehung zwischen Wissenschaft und Öffentlichkeit, die in unserer Akademie einen fast idealen Grad an Intensität erreichen könnte, darf von beiden Seiten her nicht verkümmern.

Nach dem Akademie-Gesetz kann unsere Akademie auch wissenschaftliche Gemeinschaftswerke herausgeben und die dazu notwendigen Vorarbeiten fördern. Es sind bis heute vier Unternehmungen dieser Art, die die Rheinisch-Westfälische Akademie der Wissenschaften in Verbindung mit Universitäten des Landes in besonderen Kommissionen betreut:

1. Die Edition der Werke Hegels, des Philosophen mit der zweifellos größten, bis heute andauernden politischen Wirkung. Von ihr sind im Berichtsjahr 1977 drei Bände erschienen. Die für Hegel zentrale „Phänomenologie des Geistes“ wird demnächst herauskommen.
2. Die Arbeitsstelle für Papyrologie an der Kölner Universität, von der zwei Bände in diesem Jahr erwartet werden können.
3. Die Kommission für die Herausgabe des Reallexikons für Antike und Christentum und des Jahrbuchs für Antike und Christentum, eines der großen wissenschaftlichen Sachlexika, von dem im Jahre 1977 drei Lieferungen mit wichtigen Artikeln erschienen sind.
4. Als jüngstes Unternehmen die Kommission für die Herausgabe der Acta Pacis, die sich mit dem bedeutendsten welthistorischen Ereignis auf dem Boden des heutigen Nordrhein-Westfalen, den Westfälischen Friedensschlüssen von 1648 und ihrer Vorgeschichte, in einer umfassenden kritischen Quellenedition befaßt. Von den projektierten über 40 Bänden, die das ganze komplizierte Verhandlungs- und Verfassungssystem dieser Epoche umfassen sollen, sind bisher neun erschienen; fünf weitere befinden sich in Satz, so daß bis 1980 ein Drittel des Plans erfüllt sein wird. Ein beachtlicher Beitrag zu einer historischen Friedensforschung und ein Beweis dafür, daß diese auch innerhalb der Historie seit langem einen festen Platz hat.

Alle diese Werke sind in der Regel nicht das Produkt einer einzigen Generation, sondern erstrecken sich über lange Fristen, für die die Akademien den längsten Atem haben, wenn sie auch hinnehmen müssen, daß sie deshalb oft wegen ihrer Schwerfälligkeit geschmäht werden. Es ist die schwierige Aufgabe der Akademien der Wissenschaften und der entsprechenden Kommissionen, über die Einhaltung des richtigen und möglichen Zeittaktes zu wachen.

Im Rahmen der Neuaufteilung der wissenschaftlichen Aufgaben zwischen Bund und Ländern und den verschiedenen Forschungsorganisationen kommen voraussichtlich auf die Akademien – auch auf die unsrige – weitere Aufgaben zu. Wir verschließen uns dagegen nicht, legen aber Wert darauf, nicht nur Fragmente übernehmen zu müssen, die anderweitig keine Unterkunft finden und für die wir oft nicht die benötigte Kompetenz besitzen, sondern eigene Initiativen entfalten zu können, die sich im Rahmen der uns gegebenen personellen und sachlichen Möglichkeiten bewegen. Wir sind davon überzeugt, daß sich darüber ein Einvernehmen mit allen beteiligten Gremien und Stellen, vor allem mit der Landesregierung, herstellen läßt.

Unsere Akademie wird ausschließlich durch das Land Nordrhein-Westfalen finanziert, und sie hat allen Grund, dem Landtag und der Landesregierung für die große und stetige Unterstützung in ihrer über achtjährigen Geschichte ihren Dank abzustatten. Es besteht auch wohl Übereinstimmung darüber, daß sich auch in Zukunft – wenn neue Projekte übernommen werden sollen – an diesem Verhältnis zwischen Land und Akademie nichts ändert. Die Rheinisch-Westfälische Akademie der Wissenschaften bleibt ein Schmuckstück der klugen Wissenschaftspolitik eines Landes, das durch seine Wirtschaftsstruktur in hohem Maß auf die Entwicklung von Wissenschaft und Forschung angewiesen ist.

Zuletzt habe ich noch die angenehme Pflicht, Herrn Kollegen *Joseph Straub*, der den heutigen Festvortrag übernommen hat, im voraus meinen herzlichen Dank dafür abzustatten, daß er uns mit einem – wie wir erwarten dürfen – höchst aktuellen und zugleich wissenschaftlich ergiebigen Thema erfreuen wird. Ich erteile Ihnen hiermit das Wort.

Züchtungsforschung im Dienste der Ernährung

Von *Joseph Straub*, Köln

In diesen Tagen des heraufziehenden Wonnemonds schreitet der Bauer in unserem Lande mit hoffnungsvollem und aufmerksamem Blick über seine Felder. Beim Getreide aus der Saat des vergangenen Herbstes, vornehmlich dem Winterweizen und der Wintergerste, hat er alles getan, was einer guten Ernte dienlich ist; das Saatbett wurde nach erprobten Regeln bereitet und ihm ein Saatgut anvertraut, das nach aller Erfahrung die beste Veranlagung für eine reiche Ernte an gutem Getreide trägt. Schon der März zeigte, daß die Saaten den Winter gut überstanden haben, und ihr frisches Grün verrät heute auch die gelungene Wirkung der zugeführten Bodennahrung. Im April ist unser Bauer dem Unkraut und den schädigenden Pilzen am Grunde, den Erregern der sogenannten Fußkrankheiten des Getreides, mit erprobten Mitteln zu Leibe gerückt. Sein Hoffen hängt jetzt am sichtbaren Himmel, von dem wärmende Sonne und Regen in förderlichem Maße und Wechsel kommen mögen. Aber der Bauer weiß recht gut, daß auch er selbst noch eine wichtige Fürsorge muß walten lassen: Sein aufmerksamer Blick prüft daher, ob die lauernden Feinde seiner Saaten, schmarotzende Pilze – Roste und Mehltau genannt –, mit ihrem vernichtenden Werk in dieser günstigen Jahreszeit irgendwo schon begonnen haben und ob seine Abwehr einsetzen muß. Er weiß, daß der Winterweizen in Nordrhein-Westfalen bis zu 70 dz/ha erbringt, wenn alle Bedingungen für eine hohe Ernte voll erfüllt sind. Dies steht auch ihm im Sinn.

Aber verlassen wir nun unseren tüchtigen Landmann und fragen uns, was eine Weizenernte von 70 dz pro Hektar hier und heute bedeutet, besser gesagt, bedeuten würde. Derzeit verbraucht ein Einwohner in unserem Staat 55 kg Mehl oder 80 kg Weizen pro Jahr; also können von 70 dz Weizen etwa 85 Menschen ein Jahr lang leben. Brächte die gesamte Weizenanbaufläche in Nordrhein-Westfalen, nämlich 210 000 ha, den genannten Ertrag, so wären unsere 17 Millionen Einwohner nicht nur mit Brot versorgt. Es wären sogar noch mindestens 1 Million dz übrig (um z. B. „Doppelkorn“ herzustellen!). Ich wollte damit nur darlegen, daß sogar ein so volkreiches Industrieland wie Nordrhein-Westfalen seine Bevölkerung mit Brot versorgen kann, wenn die Landwirtschaft unter günstigsten Bedingungen ihre volle Effektivität zu entfalten vermag.

Der genannte Spitzenertrag wird nur auf einem Bruchteil aller Anbauflächen unseres Landes erreicht. Aber auch der Durchschnittsertrag der letzten Jahre, nämlich ca. 42 dz/ha, stellt eine Leistung dar, auf welche die landwirtschaftliche Forschung einerseits, der Bauer andererseits stolz sein können. Lassen Sie mich dazu die *Geschichte der Kultur-Werdung des Weizens* kurz betrachten! Von allen Kulturpflanzen ist die Historie des Weizens, der zur Gattung Triticum gehört, am besten bekannt, kein Wunder, ist doch mit der Entwicklung des Weizenanbaus die der menschlichen Kultur eng verknüpft. Durch die Radiokarbonmethode wissen wir, daß der erste Wildweizen, Triticum monococcum, das wilde Einkorn, ein kräftig wachsendes Gras, im 8. Jahrtausend im nördlichen Syrien am Oberlauf des Euphrat genutzt wurde, wo es im trockenen Klima auf armen Böden steht. An den Hängen des Taurus wachsen dort noch heute Nachfahren dieses Wildgrases. Seine Ähren, etwa so lang wie die Ähren unseres Kulturweizens, aber mit viel kleineren Samenkörnern versehen, zerfallen bei der Reife in die einzelnen Spindelglieder; die Ähre zerbricht dadurch in 30 bis 40 Einzelteile, ein Vorgang, der für die Verbreitung des Wildgrases günstig ist. Wer von Ihnen aber seine Ernährung einmal durch Ährenlesen gesichert hat – die Älteren unter uns hatten dazu in zwei Nachkriegszeiten Gelegenheit –, versteht, wie diese *Spindelbrüchigkeit* das Sammeln und die Ernte des wilden Einkorns erschwert haben muß. Hinzu kommt, daß die kleinen Früchte von harten *Spelzen fest umschlossen* blieben, wodurch sich auch das Verwerten äußerst mühsam gestaltet haben muß. Was Wunder, daß die Menschen, die vom Einkorn lebten, zwei spontan auftretende Änderungen, die noch im 8. Jahrtausend erfolgten, aufgriffen. Die Mutation zur festen *Ährenspindel* ermöglichte das Ernten ganzer Ähren, und die Mutation zum Auseinanderweichen der Spelzen führte zur *Nacktkörnigkeit,* wodurch das Erntegut ohne weiteres zum Vermahlen geeignet war. Dieses Kultur-Einkorn, schon um 7000 im Iran und in Anatolien verbreitet, gelangte im 5. Jahrtausend der Donau und dem Rhein entlang nach Zentral- und Westeuropa, wo es weite Verbreitung erlangte. Noch heute wird es in einzelnen Bergregionen der Türkei und Jugoslawiens angebaut und bringt bestenfalls 3 dz auf dem Hektar. Unser *Brotweizen,* Triticum aestivum, entstand aus dem Einkorn. Dafür war die Eigenschaft des Einkorns entscheidend, mit anderen Arten der Gattung Triticum, aber auch mit Arten der verwandten Grasgattung Aegilops leicht *Bastarde* zu bilden. In den Feldern des Einkorns entstanden fruchtbare Bastarde zunächst aus Einkorn und einem unkrautartigen Wildgras, und schließlich lieferte eine nochmalige Hybridisierung einen dreifachen Bastard. Das so entwickelte *Triticum aestivum* findet sich um 7000 in Tell Ramad in Syrien. Das Erbgut der drei Arten verlieh dem Bastard

nicht allein größere Früchte; es ermöglichte vor allem gutes Wachstum in anderen als den ursprünglichen Klimaten, vor allem in wasserreichen Arealen und solchen kontinentalen Charakters. Im 6. und 5. Jahrtausend dringt der Brotweizen in die Ebenen Mesopotamiens, ins Niltal und ins Mittelmeergebiet vor. Am Ende des vierten Jahrtausends steht er schließlich in Zentral- und Westeuropa in Kultur. Die Evolution des Brotweizens ist heute in den Einzelheiten so gut bekannt, daß man aus den drei Komponenten, deren Nachfahren noch heute existieren, neue synthetische Weizen aufbauen kann.

Welchen Ertrag der Brotweizen hier in Europa während der Frühzeit brachte, ist unbekannt. Die ersten verläßlichen Zahlen stammen aus den Jahren um 1775. Die Abbildung 1, die ich Herrn Mückenhausen verdanke, zeigt die weitere Entwicklung der Erträge bis in unsere Tage. 1775 konnten 7 dz/ha geerntet werden. Die Entdeckung der günstigen Wirkung des *Fruchtwechsels,* vor allem der Wechsel im Anbau mit stickstoffsammelnden Leguminosen wie Klee und Luzerne, hob den Weizenertrag deutlich. Die Möglichkeit, mit dem Haber-Bosch-Verfahren beliebig viel gebundenen Stickstoff zu synthetisieren und damit düngen zu können, brachte größte Erfolge. Der Anstieg der Weizenertragskurve (7 auf 45!) enthält auch eine Züchtungskomponente. Denn im Verlauf der letzten 50 bis 80 Jahre wurden Sorten gezüchtet, die dank ihrer Erbkomponenten ertragreicher und auch qualitativ besser sind. Im allgemeinen schreibt man der Züchtungsforschung 40% an der gesamten Leistungssteigerung zu, während wir der Verbesserung der ackerbaulichen Maßnahmen, dem Einsatz von Pflanzenschutzmitteln und einer hochentwickelten Landtechnik 60% am Mehrertrag verdanken.

In den Jahrtausenden der Weizenentwicklung bis in unser Jahrhundert wurden die Erbkomponenten des Weizens schlicht und einfach aufgrund der uralten Erfahrung verbessert, wonach der Apfel nicht weit vom Baume fällt. Die Entdeckung der Gesetzmäßigkeit der Vererbung durch Johann Mendel gab der Züchtung sodann entscheidend größere Sicherheit und Zielstrebigkeit. Die Züchtungsforschung, die etwa um 1910 bis 1920 einsetzt, erkannte, daß die Mendelschen Regeln auch für die nützlichen Eigenschaften der Kulturpflanzen maßgebend sind. Sie fand zusätzlich, daß gerade die wichtigsten Eigenschaften, etwa Ertrag oder Krankheitsresistenz oder Reifezeit, einem Zusammenspiel mehrerer Mendelfaktoren, vieler teils förderlicher, teils hemmender Gene unterliegen und daß die Wirkung entsprechend vielgestaltiger Genkombinationen von äußeren Faktoren, vor allem den Klima- und Ernährungsbedingungen, abhängig ist. Diese Zusammenhänge wurden sehr intensiv erforscht. Für die Ernährung besonders bemerkenswert ist die Tatsache, daß manche wichtigen Werteigenschaften auch untereinander in

Beziehung stehen. Bei unserem Brotweizen spielt neben dem Ertrag die Qualität des Mehles eine große Rolle. Sie bestimmt die Backfähigkeit des Mehles einer Sorte. Die Erbgrundlage dieser Eigenschaften ist äußerst kompliziert und deswegen im einzelnen auch heute noch nicht bekannt. Wir wissen nur, daß eine kaum zu unterbrechende Beziehung zum Ertrag besteht. Treibt man den Ertrag nämlich in die Höhe, so sinkt die Qualität. Die Brötchen sind dann nicht mehr knusprig-locker, sondern „pappig". Diese negative Korrelation von Menge und Qualität gilt für viele andere Bereiche der Züchtung. (Böse Zungen behaupten, die Korrelation habe nicht einmal vor dem erlesenen Stand der Professoren haltgemacht.)

Aufgrund dieser kurz umrissenen Forschungen wurden *Züchtungsmethoden* entwickelt. *Sie geben an, wie man bei einer bestimmten Kulturpflanze zur Erreichung eines bestimmten Zieles vorzugehen hat.* Stets erfolgen Kreuzungen, in deren Nachkommenschaften selektiert werden muß. Ich zeige Ihnen einen solchen Züchtungsgang für die in Nordwestdeutschland und jetzt auch im östlichen Teil Deutschlands beliebte Wintergerstensorte „Vogelsanger Gold" (Abb. 2). Aus „Isaria", einer bayrischen Sommergerste mit 30 dz/ha Ertrag, entstand in ca. 25jähriger Züchtungsarbeit eine Wintergerstensorte, die Kahlfröste gut erträgt, also winterfest ist, sich gegen den Mehltau als resistent erweist und hohe Erträge, im Durchschnitt 45 dz/ha, bringt. Sie ist unsere Renommiersorte, da sie in unserem Staate infolge ihrer Eigenschaften nachweislich einen jährlichen Zuwachs am Bruttosozialprodukt von 12 Millionen DM erbringt, etwa das Doppelte unseres Institutshaushaltes. *Die hierbei angewendeten Züchtungsmethoden stehen fest und führen zu immer neuen praktischen Erfolgen.* Diese Verfahren werden daher auch in den international organisierten Züchtungsinstituten angewandt, die im Klimagürtel der Entwicklungsländer liegen und ausschließlich für diese züchten, wobei den Bedürfnissen der dort lebenden Bevölkerung und den herrschenden Klimabedingungen Rechnung getragen wird. Die Züchtungsarbeiten dieser Institute sind so bedeutsam, daß auch unsere Bundesrepublik sie mit etwa 14 Millionen jährlich unterstützt. Der Erfolg, der sich unter Anwendung der Züchtungsmethoden und der oben angegebenen Erkenntnisse der Landwirtschaftswissenschaften auf der Welt einstellte, kommt im Anstieg der Weltproduktion an Getreiden deutlich zum Ausdruck (Abb. 3).

Die bisherigen Ausführungen sollten einen sehr gerafften Überblick über die Entwicklung der Züchtung geben, die zu feststehenden Methoden geführt hat. Im folgenden möchte ich Sie zunächst mit zwei Forschungsrichtungen jüngeren Datums bekannt machen. Die eine dient den landwirtschaftlichen Interessen in Industriestaaten, die andere soll dort segensreich wirken, wo

der Hunger entweder stets oder zu Zeiten von Mißernten die Menschen quält.

Die Landwirtschaft in Nordrhein-Westfalen produzierte in den Jahren 1966 bis 1975 Werte in der Höhe von 6 bis 10 Milliarden DM (Abb. 4). Gegenüber dem Wert der industriellen lag die landwirtschaftliche Produktion, wie Abb. 4 zeigt, bei 1/30 bis 1/40! Angesichts dieses Verhältnisses bedeutet es eine schlichte Notwendigkeit, die hiesige Landwirtschaft mit hoher Effizienz auszustatten. Die Züchtung muß ihr Sorten zur Verfügung stellen, die auf höchsten Ertrag bei guter Qualität gezüchtet sind. Dazu gehört auch die Fähigkeit, starke Dünger-, besonders hohe Stickstoffgaben voll ausnutzen zu können.

Solche *Hochleistungssorten* gewinnt man mit der in den vergangenen 20 Jahren entwickelten *Hybridzüchtung*. Ihr liegen folgende Forschungsergebnisse zugrunde: Kreuzt man bestimmte Pflanzenlinien miteinander, so zeigen manche Kombinationen höhere Leistung oder bessere Qualität als die Eltern; das Hybridsaatgut kommt als Hybridsorte in den Handel (Abb. 5). Alle Maissorten, die heute in den Industrieländern angebaut werden, sind solche; ebenso der größte Teil des Zuckerrüben-Saatgutes. Hybrid-*saatgut* ist teuer, weil es *immer neu durch Kreuzung der Pflanze A mit der Pflanze B hergestellt werden* muß. Um dies in der Praxis leicht zu erreichen, hindert man die Pflanze A daran, sich selbst zu bestäuben. Zu diesem Zweck macht man sie „männlich steril". Alsdann läßt man die Pflanze A neben der Pflanze B blühen. Samen, die auf A entstehen, können dann nur aus A × B stammen. Sie werden getrennt von B geerntet. Wie kann man nun die Pflanze A männlich steril machen? Weibliche und männliche Teile einer Blüte verdanken, wie die genetische Forschung erhellte, ihre normale Bildung einer Balance zwischen Faktoren des Zellkerns und solchen des Plasmas. Stört man die Balance, indem man die Kernfaktoren einer Kultursorte bei Kreuzung in das Plasma der entsprechenden Wildart einführt, dann werden die männlichen Teile dieses Bastardes steril. Wir haben dies bei der Möhre durchgeführt und erhielten zunächst Pflanzen mit verkümmerten Staubgefäßen. Erneutes Einkreuzen ergab Pflanzen ohne Staubgefäße; an deren Stelle traten Blütenblätter. Von diesen ausgehend, erhielten wir durch Kreuzung mit noch anderen Möhrensorten Überweibchen, bei denen sich weibliche Organe an Stelle der männlichen befinden, und schließlich Ultraweibchen, die zusätzliche Eizellen an den weiblichen Organen entwickeln. Abb. 6 faßt die Verhältnisse halbschematisch zusammen. Alle diese Formen sind „männlich steril" und geben in ihren Blüten Hybridsaatgut, wenn männlich fertile Pflanzen, die also Pollen stäuben, daneben angebaut sind. In der Zuckerrübenzüchtung spielen die männlich Sterilen eine absolut füh-

rende Rolle. Hohe Zuckererträge sind der entsprechenden Hybridzüchtung zuzuschreiben. Zur Zeit versuchen viele Züchtungsinstitute, die Hybridzüchtung auch beim Weizen durch Schaffung eines männlich sterilen Weizens nutzbar zu machen.

Teures Hybridsaatgut kommt für die Entwicklungsländer natürlich nicht in Frage. *Dort besteht die Hauptaufgabe der Züchtung vielmehr in der Sicherung der Ernte,* wobei der Schaffung einer natürlichen, das heißt genetisch verankerten *Resistenz gegen Pilzkrankheiten* des Getreides absoluter Vorrang gebührt. Wie gefährlich etwa der Mehltaupilz ist, mögen Sie an der Art seiner Verbreitung erkennen (Abb. 7). Auf dem Blatt des Getreides, z. B. des Weizens, keimt die Spore aus und senkt einen Fortsatz, eine sogenannte Hyphe, ins Blattinnere; hier wuchert der Pilz und treibt schnell nach außen Hunderte, ja Tausende von neuen Hyphen, die laufend an ihrem Ende Sporen abschnüren. Etwa alle zwei Stunden wird eine neue Spore gebildet. So treten an einer einzigen Infektionsstelle in wenigen Tagen Millionen von Sporen auf. Sie sind sehr klein und werden daher bei Luftzug oder bei Lufterwärmung hochgehoben. Die Ausbreitung schreitet dadurch nicht nur in der Umgebung des ersten Befalls rasch voran, sondern erfolgt auch weiträumig. Man hat mit Hilfe von Spezialgeräten die Zahl der Sporen über befallenen Getreidefeldern ermittelt und festgestellt, daß die Sporen bis zu 5000 m Höhe gehoben werden und daß bei einer Epidemie bis zu dieser Höhe pro zwei m^3 Luft ungefähr eine Spore schwebt. Senken sich die Sporen, etwa bei Regen, herab, so kommen auf ein m^2 des Getreidefeldes also ca. 2000 bis 3000 Sporen! Das bedeutet, daß eine Masseninfektion einsetzt. Starker Pilzbefall kann Ernten um 30% dezimieren. In Industrieländern läßt sich dieser Verlust durch Einsatz von Pflanzenschutzmitteln vermeiden. Für die Entwicklungsländer müssen natürliche Resistenzfaktoren in die Sorten eingebaut werden.

Wie lassen sich nun Resistenzen gegen solche Parasiten schaffen? Am schnellsten kommt die Züchtung voran, indem sie *ertragsschwache Landsorten,* die manchmal *natürliche Resistenz* besitzen, in ertragreiche, aber nicht-resistente Sorten einkreuzt und in den Folgegenerationen auf Resistenz und Ertrag ausliest. Gute Resistenzen sind bei den Bastarden zwischen Weizen- und Roggensorten zu erwarten (Abb. 8). Dabei bringt der Roggen die Resistenzfaktoren in die Kreuzung ein. Die Weizen-Roggen-Bastarde, auch *Triticale* (Triticum + Secale) genannt, haben für die Entwicklungsländer auch deswegen große Bedeutung, weil sie – wieder dank des Roggens – auf schlechten Böden, wo Weizen versagt, gedeihen. In der Züchtungsarbeit von Cymmit, dem in Mexiko aufgebauten internationalen Züchtungsinstitut, spielt die Triticale-Forschung daher eine große Rolle. Die größte Schwierigkeit bei der Triticale-Züchtung besteht in dem Umstand, daß der Bastard

schlecht fertil ist. Das bedeutet, daß die reife Ähre viele Fehlstellen hat, wo keine Körner ausgebildet sind. Die Triticale-Ähren sind „schartig“. Wir haben in Köln-Vogelsang auch ein Triticale synthetisiert und die zunächst ebenfalls gestörte Fruchtbarkeit des Bastardes durch Bestrahlung auf unserem Cs_{137}-Feld entschieden verbessern können, so daß unser Triticale nach mehrjähriger Selektion heute gute Erträge bringt. Von diesem Triticale besitzen wir auch mehltau- und gelbrostresistente Linien. Die Backfähigkeit des Triticale-Mehles zu Brötchen ist schlecht. Aber Brot läßt sich daraus backen, wenn man bei der Teigbereitung 2% Sauerteig zusetzt. Sie werden nachher auf Ihren Tischen unser Triticale-Brot beurteilen können. Was Sie genießen werden, ist also nicht etwa ein Weizen-Roggen-Mischbrot, wie es der Bäcker herstellen kann. Die Mischung kam schon bei der Kreuzung des Weizens mit einem Roggen zustande.

Große Ziele der Züchtung wie etwa der Aufbau einer ertragsichernden Resistenz werden in der Zukunft noch auf ganz anderem Wege zu erreichen sein. Damit komme ich zur Darstellung aktueller Züchtungsforschung, also solcher, deren Bedeutung für die Schaffung neuer Züchtungsmethoden soeben erst erprobt wird. Erlauben Sie, daß ich Sie zunächst etwas abseits führe! Ein Kartoffelblatt enthält 20 bis 40 Millionen einzelne Zellen. Die Form jeder Zelle ist durch eine Zellulosemembran festgehalten, und mit ihren Membranen stehen die Zellen im festen Verband. Seit etwa 20 Jahren hat man gelernt, diesen Zusammenhalt mit Hilfe von Enzymen zu lösen; das Blatt zerfällt in Einzelzellen. Wenn man die Enzyme noch weiter einwirken läßt, verschwindet die Zellwand ganz, wodurch das Zellinnere, das Protoplasma, das eigentlich Lebendige, als Kugel freigesetzt wird (Abb. 9). Wir nennen diese runden Gebilde *Protoplasten.* Seitdem man die Stoffe kennt, die zur Zellvermehrung und zum Zellwachstum nötig sind, kann man aus der Einzelzelle und dem Protoplasten wieder ganze Pflanzen heranwachsen lassen. Dies vollzieht sich bei steriler Arbeitsweise auf einem Substrat, in dem viele geeignete Nährsubstanzen wie Zucker, Aminosäuren, auch Vitamine und Hormone gelöst sind. Aus den Einzelzellen oder den Protoplasten gehen dann durch Teilung zunächst Zellhaufen, sogenannte *Kalli* hervor. Diese bilden im Licht Blätter und wachsen zu Trieben mit Wurzeln, also neuen Pflanzen aus, die man dann auf Erde weiter kultivieren kann.

Wer Lust hat, kann also aus einem Kartoffelblatt einige Millionen Kartoffelstauden heranziehen! *Aber der Witz der Protoplastenzuchten ist ein ganz anderer:* Alle Erbfaktoren mutieren mit einer gewissen Häufigkeit. Im Durchschnitt kommt auf einige Zellen eine mutierte. Von diesem Phänomen können Sie sich selbst überzeugen. Steigen Sie z. B. im Gebirge durch einen sehr großen Bestand blühender Alpenrosen und achten auf die Blütenfarbe,

so werden Sie unter den normalen rotblühenden mit Sicherheit ein weiß- oder gelblichweißblühendes Individuum finden. Diese Mutanten fallen Ihnen auf. Sie dürfen nur nicht zu früh kapitulieren! Je mehr Sie in die Millionenzahlen der gemusterten Individuen kommen, um so eher finden Sie eine Mutante (Abb. 10). Wer es einfacher haben will, fährt nach Holland und mustert Tulpenfelder. Unter sehr, sehr vielen gleichgestalteten Blüten einer Sorte springen mutierte Blüten oder Blütensektoren ins Auge (Abb. 11). Um Mutanten zu entdecken, braucht man also *große Individuenzahlen, eben ganze Felder!* Da aber jeder Protoplast ein Individuum ist, kann man jetzt mit geeigneter Methode auf kleinstem Raume Mutanten finden. Auf einer Kulturschale von ca. 10 cm Durchmesser haben 1 bis 2 Millionen Zellen Platz. Will man eine bestimmte mutierte Zelle oder einen mutierten Protoplasten finden, so muß man ein Selektionsverfahren anwenden, das auf die zu suchende Mutante abgestimmt ist. Möchte man die Zelle selektieren, die durch Mutation gegen einen bestimmten Parasiten resistent geworden ist, so setzt man dem Nähragar das Gift, das Toxin, zu, mit dem der Parasit die Pflanze vergiftet. Dann sterben alle Zellen bis auf die mutierte ab. Man bringt diese eine Zelle zum Wachsen und kommt so zur resistenten Pflanze (Abb. 12). Meine Mitarbeiterin, Dr. M. Behnke, hat auf diesem Wege Kartoffelkallus erzeugt, der gegen den schweren Pilzparasiten der Kartoffel, Phytophthora infestans, resistent ist. Beachtliche Erfolge sind mit der Selektion in Gewebekulturen auch beim Mais erzielt worden. Dort gibt es den Schadpilz Helminthosporium maydis, der als Pilzparasit die Blätter ruiniert, zur Stengelfäule führt und schließlich die jungen Maiskolben schrumpfen läßt. Ein heftiger Befall der amerikanischen Maiskulturen hat im Jahre 1970 allein in den USA zu einem Schaden von 700 Millionen Dollar geführt. Im vergangenen Jahr hat man Helminthosporium-Resistenz auf die dargestellte Weise erzielt. In vielen Laboratorien der Welt wird deshalb mit dieser Methode jetzt versucht, praktisch bedeutsame Ziele zu erreichen.

Gestatten Sie, daß ich hier den Gedankengang ein wenig unterbreche und eine Frage beantworte, die Ihnen vielleicht in den Sinn kam, als ich die Aufzucht ganzer Individuen aus Einzelzellen oder Protoplasten darstellte. Tierische und menschliche Zellen kann man auch kultivieren, das heißt steril auf Nährsubstrat vermehren. Wenn Sie von Ihren eigenen Zellen eine Kultur herstellen lassen und einen jungen Menschen mit Erfolg verpflichten, sie von Zeit zu Zeit auf neues Substrat umzusetzen, so können Ihre Zellen Sie durchaus überleben. Es gelingt aber bislang nicht, aus Zellkulturen des Menschen oder eines Säugetieres wieder Individuen aufzuziehen. Bis es soweit sein wird, kann man sich schon einmal überlegen, wen aus seiner Umgebung man gerne zellkultivieren möchte, um daraus gelegentlich wieder das Ganze

mit Haut und Haaren erstehen zu lassen, und welchen Kollegen man unter keinen Umständen wiedersehen möchte.

Aber zurück zur Wirklichkeit! Die geschilderten Selektionsexperimente erfordern manuelles Geschick, und der Erfolg wächst natürlich mit der zunehmenden Erfahrung. Dies gilt in noch größerem Maße für das biologisch interessanteste Experiment, das man an Protoplasten anstellen kann, nämlich ihre *gegenseitige Fusion* und die folgende Aufzucht des auf nicht-sexuellem Wege hergestellten Befruchtungsproduktes (Abb. 13). Dr. O. Schieder hat solche Fusionshybriden zwischen pharmazeutisch bedeutenden Pflanzenarten hergestellt, die Sie im folgenden Bild sehen (Abb. 14).

Was die Herstellung von Hybriden in der Kulturschale unter dem Mikroskop bedeutet, wird klar, wenn man sich die komplizierten und fein aufeinander abgestimmten Einrichtungen der weiblichen und männlichen Organe im Fruchtknoten und im Griffel sowie in den Pollenkörnern der Blütenpflanzen vor Augen hält, die mit der Durchführung des normalen Sexualprozesses verbunden sind. Diese geradezu zauberhaften Mechanismen sorgen dafür, daß in der Natur nur Hybriden innerhalb der Art möglich, „falsche Befruchtungen“ also ausgeschlossen sind. Als die vegetative Hybridisierung mit Hilfe von Protoplasten gelang – G. Melchers sowie O. Schieder stießen hier das Tor ins Neuland auf –, fragte man sich, ob jetzt auch Hybriden möglich sein würden, die auf sexuellem Wege nicht entstehen können, etwa Bastarde aus Buchen und Bohnen, so daß der Wald voller Bohnen hinge, oder Weizen mit Zuckerrüben, so daß zweimal zu ernten wäre. Bis zur Stunde ist niemandem so etwas gelungen, obwohl daran eifrig experimentiert wird. Dies ist nicht bedauerlich, denn eine *andere Fähigkeit der Protoplasten* ist für die Züchtung viel bedeutsamer und aussichtsreicher. Darauf möchte ich als letztes eingehen.

Die Protoplasten ermöglichen die Aufnahme größerer Moleküle in das Zellinnere. Bei den größeren Molekülen denken wir besonders an solche, die Erbsubstanz sind. Damit gewinnt die Protoplastenforschung Anschluß an den jüngsten Zweig der Genetik, der molekulare Genetik heißt, weil dabei der Vererbungsprozeß im Bereich der Moleküle aufgeklärt werden konnte. Um die Verbindung zur Züchtungsforschung begreiflich zu machen, muß ich einige Tatsachen über den chemischen Aufbau der Erbsubstanz und ihre Funktion darstellen. Hoffentlich gelingt es mir, dies verständlich zu tun. Da es sich bei den alsdann zu schildernden Forschungen nach meinem Ermessen um das Interessanteste der angewandten biologischen Forschung überhaupt handelt, möchte ich mich um Klarheit bemühen.

In dem großen Blumenstrauß, der vor Ihnen steht und diesen Saal ziert, blühen neben anderen Pflanzenarten Chrysanthemen und zwar zwei ver-

schiedene Sorten. Die eine ist lila, die andere weiß gefärbt. In den Zellen des lilablütigen Körbchens sind dieser Farbe entsprechende Farbstoffmoleküle gebildet worden. Ihr Aufbau wird durch Enzyme ermöglicht, die ihrerseits bestimmten Teilen der Erbsubstanz, einzelnen Genen, ihren spezifischen Aufbau und im Zusammenhang damit ihre Fähigkeit zur Farbstoffbildung verdanken. Die Zellen der weißblütigen Chrysanthemen entbehren dieser Art von Genen; daher kann in ihnen auch nicht das Enzym aufgebaut werden, das für die Synthese der Farbstoffmoleküle nötig wäre. Wir erkennen, daß die Merkmalsprägung von Genen der Erbsubstanz ausgeht und wie das spezifische Enzym auf dem Wege zum Merkmal die entscheidende Rolle spielt.

Enzyme gehören in die große Stoffgruppe der Proteine. Sie sind aus Aminosäuren zusammengesetzt. Davon gibt es 21 verschiedene, 1 bis 21, die man kettenartig verknüpfen und von denen man in beliebiger Weise verschiedene aneinanderhängen kann. Dadurch läßt sich eine überaus große Zahl unterschiedlicher Proteine aufbauen. 1–2–3–4–11 bedeutet dabei etwas anderes als 1–3–4–2–11 oder gar 3–11–17–18–4. Das Enzym verdankt seine Spezifizität u. a. der Sequenz der Aminosäuren in seinem Molekül. Die große Entdeckung der molekularen Genetik war nun diese: Die Aminosäure-Sequenz wird durch die Sequenz von sogenannten Nukleotiden in der Thymonukleinsäure festgelegt. Mit anderen Worten: *Die Nukleotidsequenz in der Thymonukleinsäure, die unverändert* – mit Ausnahme nach erfolgten Mutationen – *von Zelle zu Zelle weitergegeben wird, bewirkt bei der Protein- bzw. der Enzymsynthese eine bestimmte Aminosäuresequenz,* wodurch das spezifische Protein entsteht. Es gibt vier verschiedene Nukleotide. Nennen wir sie A, G, C, T! Eine bestimmte Folge von drei Nukleotiden, *ein Triplett,* legt eine bestimmte Aminosäure fest. Welche Aminosäure einer Sorte von Triplett entspricht, ist heute bekannt. AGT möge die Aminosäure 1 ergeben, ACT die Aminosäure 2. Folgt in der Erbsubstanz auf AGT das Triplett ACT, so wird an Aminosäure 1 die Aminosäure 2 angefügt usw. (siehe dazu Abb. 15, oben). In San Francisco und Duarte (Kalifornien) haben nun mehrere Biochemiker und Biophysiker ein *ganz einfaches Protein, das nur aus 14 Aminosäuren bekannter Sequenz besteht,* näher untersucht. Es handelt sich um das *Somatostatin,* einen Stoff, der in speziellen Organen von Säugetieren und Menschen gebildet wird und als Hormon die Wirkung anderer wichtiger Hormone reguliert. Entsprechend dem Schlüssel für die genetische Geheimschrift haben sie die Nukleotide aneinandergefügt, die der Aminosäuresequenz entsprechen (Abb. 15). Sie haben im chemischen Labor den Erbfaktor, *das Gen, aufgebaut, das für die Bildung von Somatostatin zuständig* ist. Es enthält $14 \times 3 = 42$ Nukleotide

bestimmter Reihenfolge. Dieses „Laborgen“ führt aber nur über die lebende Zelle zum Somatostatin, Damit gelangen wir zu einer nagelneuen, sehr bedeutsamen Art der Genmanipulation: Die genannten Forscher fügten das im Labor aufgebaute Gen für Somatostatin in kleine Ringe, sogenannte Plasmide, ein (Abb. 16). Plasmide kommen in Bakterien vor, bestehen selbst aus Thymonukleinsäure und werden wie Erbsubstanz identisch reproduziert. Diese kleinen Ringe lassen sich an bestimmten Stellen öffnen, und in die Lücken werden dann Gene eingefügt. Nach dem Einbau des Somatostatin-Gens in die Plasmide wurden diese wieder Bakterien einverleibt. *Danach bildeten diese Bakterien das Hormon!* Das Ergebnis besagt, daß ein bestimmter Stoff, der normalerweise in speziellen Organen eines Säugetieres entsteht und den man bisher daraus gewinnt, von Bakterien produziert wird. Am Rande sei gesagt, daß die genannten Forschungsgruppen auf dem Wege sind, auf solche Weise auch Insulin von Bakterien synthetisieren zu lassen.

Wie können diese hervorragenden Experimente und Erkenntnisse der Züchtungsforschung dienlich sein? Das Wesentliche dabei ist, daß ein Plasmid mit Genmaterial beladen und in eine Bakterienzelle so eingefügt werden kann, daß der Erbfaktor dort zum erwünschten Genprodukt führt. Die Plasmide, die man erst seit einigen Jahren kennt, sind damit schnell zu einer Art Zauberkörper geworden. Max Delbrück, dem die molekulare Genetik wesentliche Einsichten verdankt, schreibt mir dazu: „Ich muß sagen, daß auch ich mit der Plasmidhexerei flirte.“ Für die Züchtungsforschung bedeutet die Hexerei die Möglichkeit, in die Protoplasten von Kulturpflanzen Plasmide einzuführen, die wirtschaftlich wichtige Gene tragen, in der Hoffnung, das Eingeschmuggelte werde dort die gewünschte Wirkung entfalten. Ich möchte abschließend die ökonomisch interessanteste Genmanipulation darlegen.

In der Einleitung dieses Vortrages sahen Sie, wie die Weizenproduktion nach dem Anbau von Schmetterlingsblütlern, z. B. Klee, anstieg. Klee beherbergt in seinen Wurzeln Spezialbakterien, die den Luftstickstoff in Stickstoffverbindungen verwandeln. Weizen oder Kartoffeln können mit dem Luftstickstoff nichts anfangen. Man muß sie mit Stickstoffverbindungen, Nitraten, Ammoniak, aus natürlichem oder künstlichem Dünger ernähren. Die stickstoffbindenden Bakterien besitzen Enzyme, die unter Energieaufnahme Ammoniak und Nitrate aus Luftstickstoff herstellen. Die Enzyme werden, wie üblich, von Genen des Bakteriums hergestellt. Sie heißen *Nif-Gene* (Nitrogenium fixierend). Nachdem man Gene mit Hilfe von Plasmiden übertragen kann, ist der Versuch sinnvoll, *mit der Plasmidmethode die Nif-Gene der Bakterien in den Weizen oder die Kartoffel via Protoplasten ein-*

zubauen, in der Hoffnung, die Bakterien-Gene befähigen die Kulturpflanze zur Verwendung des Luftstickstoffs. Dem Gelingen dieses äußerst wichtigen Vorhabens stehen noch viele Schwierigkeiten entgegen. Sachverständige Wissenschaftler, also vor allem Biochemiker, sind skeptisch, aber keiner kann sagen, das Ziel sei nicht erreichbar. Es gelang bereits, die Nif-Gene von einer Bakterienart überzuführen in eine andere, die den Luftstickstoff nicht verwerten kann, und diese Tatsache gibt den Forschern Hoffnung. Es ist leicht einzusehen, welchen ungeheuren Nutzen ein Weizen oder ein Mais gerade in den Entwicklungsländern stiften könnte, wenn er auch ohne Stickstoffdünger eine gute Ernte bringen würde.

Zur N_2-Fixierung, wie sie technisch im Haber-Bosch-Verfahren erfolgt, braucht man Energie. 70 Millionen Tonnen Steinkohleeinheiten, das sind 0,7% der in der Welt verbrauchten Energie, fließen jährlich der Herstellung des Stickstoffdüngers zu. Die Pflanze müßte, wenn sie den Prozeß in ihren Zellen mit Enzymen durchführte, diese Energie aus dem Sonnenlicht entnehmen und dazu einen Teil der Energie abzweigen, die sie in ihrer Photosynthese einfängt. Unter diesem Gesichtspunkt gewinnt jene Züchtungsrichtung an Bedeutung, welche nach Pflanzen mit verbesserter Nutzung der Sonnenenergie sucht. Ein Maß für die Lichtausbeute ist durch die Zahl der Chlorophyllmoleküle gegeben, die zur Überführung eines CO_2-Moleküls in Zucker nötig sind. Unser japanischer Mitarbeiter, Dr. K. Okabe, hat zwei Chlorophyllmutanten des Tabaks daraufhin untersucht. Während die grüne Normalform ca. 2200 Chlorophyllmoleküle benötigt, kommt die hellgrüne Mutante mit 1700 und die gelbe mit 700 aus. Solche Systeme verbesserter Photosynthese-Effizienz könnten den erhöhten Energieverbrauch der N_2-autarken Kulturpflanze wettmachen.

Der Einblick, den ich Ihnen in einige moderne Züchtungsmethoden und in die jetzt laufende Forschung auf diesem Gebiet vermitteln durfte, beschränkte sich auf die Darstellung des Sachverhaltes selbst. Manche Fragen, die Sie sich während meiner Ausführungen vielleicht selbst stellten, blieben unbeantwortet. Die wichtigste von ihnen sollte klären, ob die von den Landwirtschaftswissenschaften, speziell der Züchtungsforschung, erreichbaren Ziele wohl genügen, um die Ernährung aller Menschen auf weite Sicht zu gewährleisten. Dies ist sicher nicht der Fall. Zwar sind keine Anzeichen dafür vorhanden, daß der wissenschaftliche Fortschritt in den kommenden Jahren allmählich aufhöre; die Leistungskurven zeigen bei den Hektarerträgen nämlich nirgendwo eine beginnende Abflachung. Um aber den Nutzen der dargestellten angewandten Forschung den Menschen auf der

ganzen Welt zugute kommen zu lassen, müssen zweifellos Faktoren, die außerhalb des naturwissenschaftlichen Bereiches liegen, zum Tragen kommen. Sie gehören zwar nicht allein, aber doch in erster Linie dem politischen Raume an und sind sehr viel schwerer handzuhaben als die naturwissenschaftlichen. Wer im Dienste der Ernährung wissenschaftlich tätig ist, hegt daher den Wunsch, die politische Willensbildung aus dem Geiste der Vernunft und einer menschenwürdigen Ethik möge den Nutzen seiner Arbeit sichern.

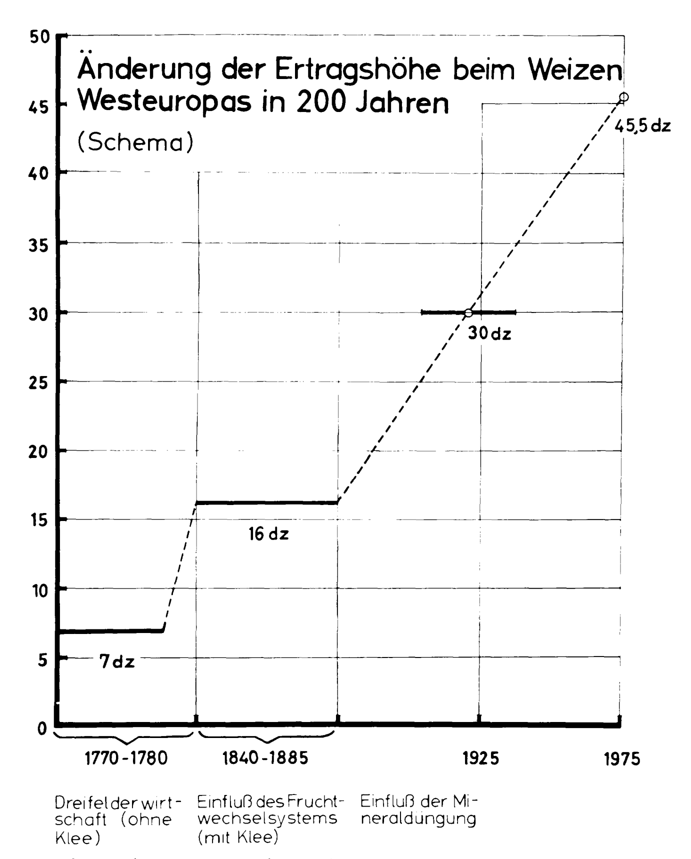


Abb. 1: Anstieg der Hektar-Erträge des Weizens in Westeuropa.

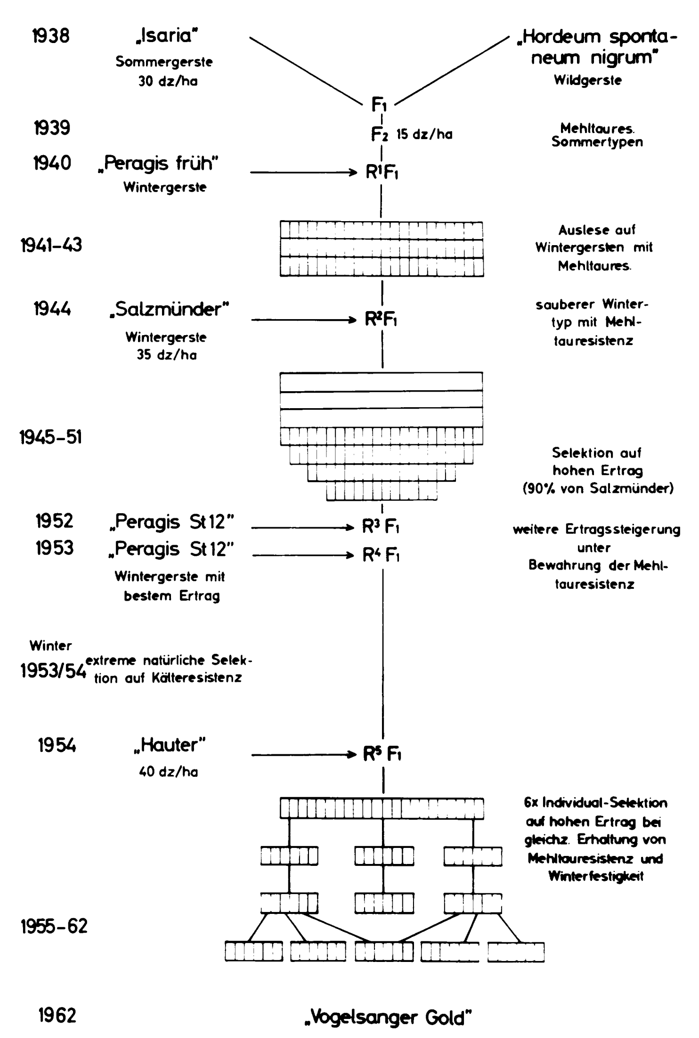


Abb. 2: Stammbaum von „Vogelsanger Gold", einer Wintergerste aus der Züchtung des Max-Planck-Instituts für Züchtungsforschung.

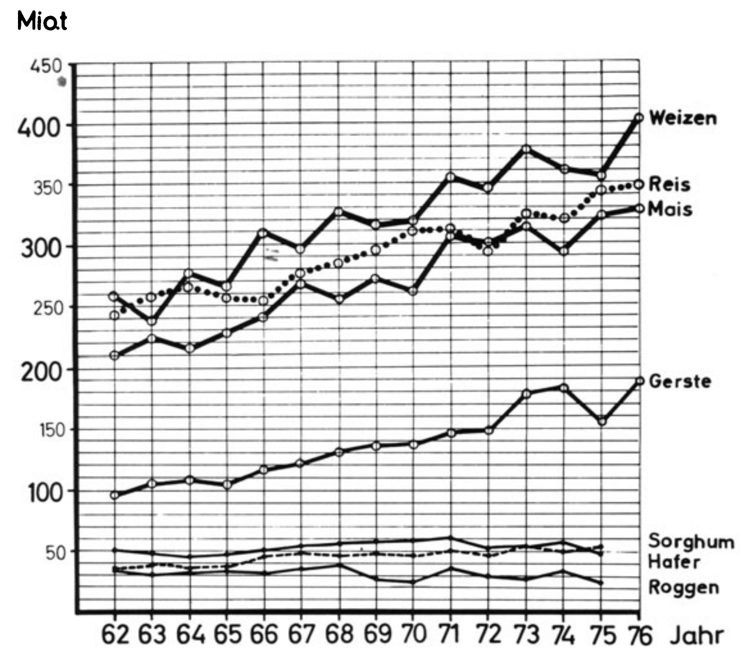


Abb. 3: Die Weltgetreideproduktion im Verlauf der Jahre 1962–1976.

	von Land-und Forst-wirtschaft	vom warenproduzie-renden Gewerbe
1966	6 414	190 355
1967	6 421	185 743
1968	6 690	214 433
1969	7 002	239 389
1970	7 772	276 538
1971	8 057	292 424
1972	8 774	306 445
1973	9 564	342 277
1974	9 493	393 407
1975	10 341	388 816

Abb. 4: Die Produktionswerte von Land- und Forstwirtschaft einerseits, des Waren produzierenden Gewerbes andererseits in Nordrhein-Westfalen zwischen 1966–1975 (Angaben in Mill. DM).

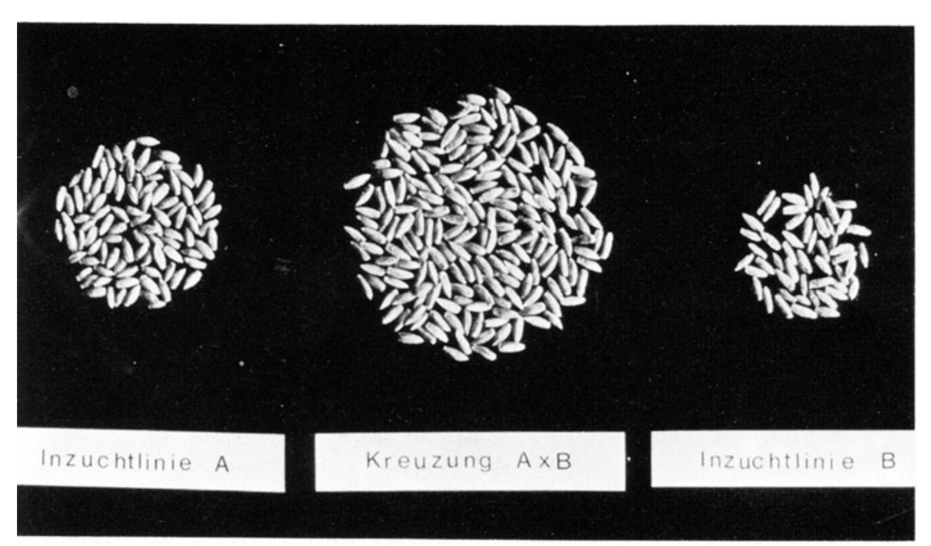


Abb. 5: Heterosis beim Roggen. Die Körnergruppen geben jeweils vergleichbare Erträge der Eltern und des Bastards an. Die Eltern stellen Inzuchtlinien dar (nach Prof. Dr. W. Schnell).

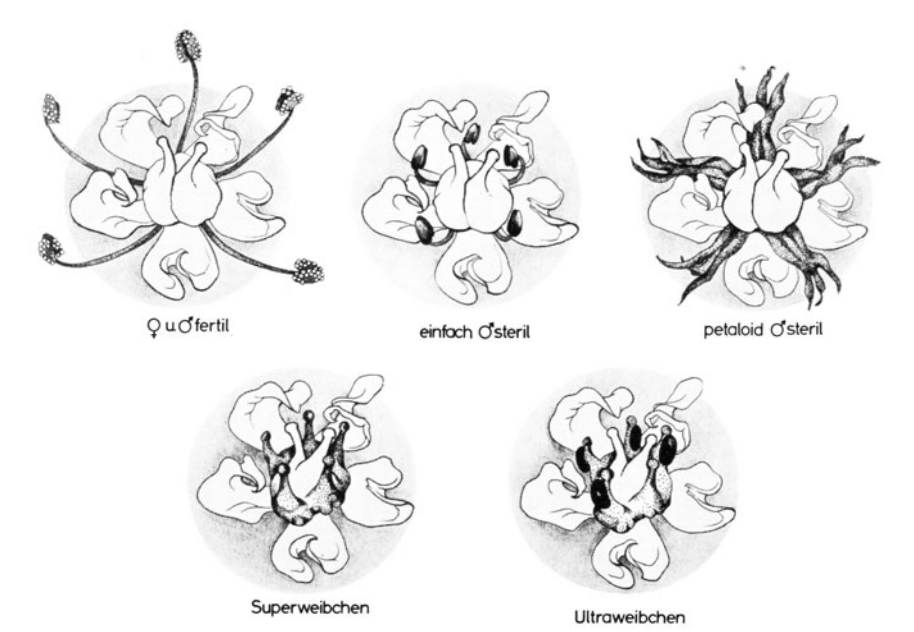


Abb. 6: Die vier Formen der männlichen Sterilität bei der Möhre. Links oben: normale Möhrenblüte; Mitte oben: die Staubgefäße entleeren keinen Pollen mehr; rechts oben: anstelle der Staubgefäße sind Blätter (dunkel punktiert) ausgebildet; links unten: anstelle der Staubgefäße werden Griffel entwickelt; rechts unten: die zusätzlichen 5 Griffel tragen Samenanlagen (schwarze, eiförmige Gebilde).

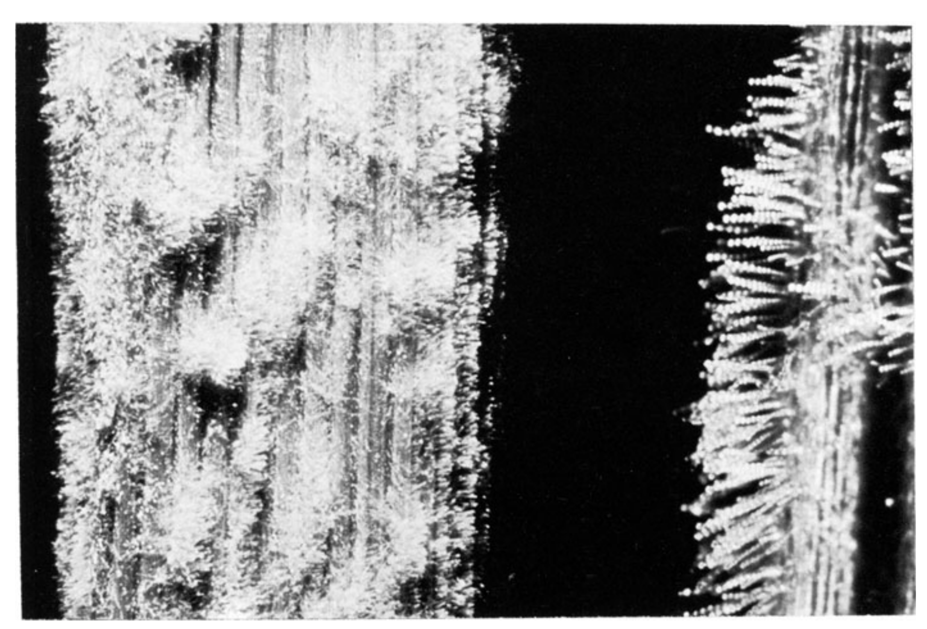


Abb. 7: Mehltau auf Weizenblättern schmarotzend; links Blattaufsicht; rechts: bei starker Vergrößerung erkennt man in der Seitenansicht die perlschnurartig angeordneten Pilzsporen.



Abb. 8: In der Mitte eine Triticale-Ähre mit dazugehörigen Körnern, links Weizen, rechts Roggen.

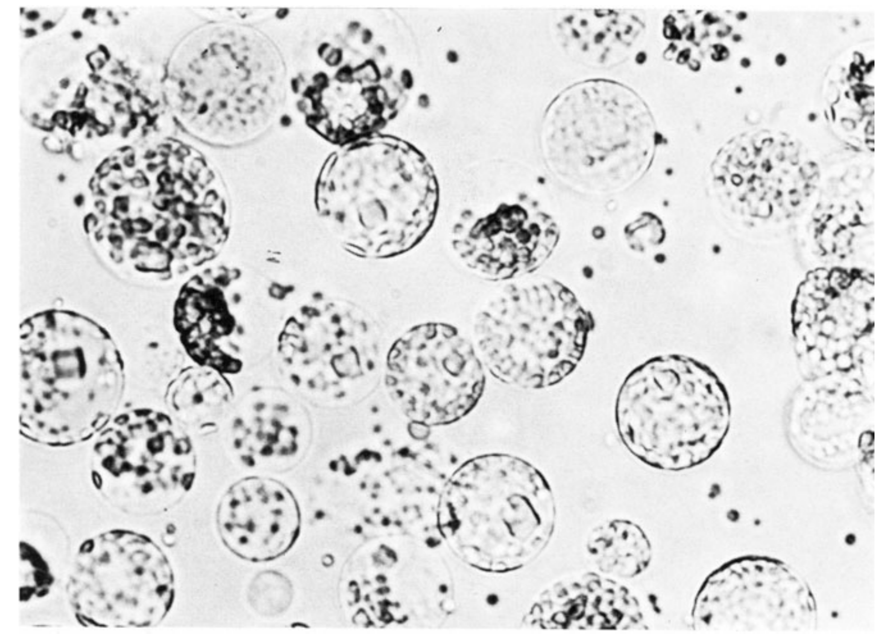


Abb. 9: Protoplasten aus dem Kartoffelblatt.



Abb. 10: In einem großen Bestand von Alpenrosen stehen weiße Mutanten. Fundort: Südwest-Hang oberhalb der Gerichtsherrenalm im Gschnitztal, Tirol.



Abb. 11: Auf einem Feld der cremeweiß gefärbten Tulpensorte Ancilla fand sich eine Mutante, bei der eine Blütenhälfte nach Ziegelrot mutiert war. Die Mutation muß sich abgespielt haben, als die Urzelle, aus der die 6 Blütenblätter gebildet werden, sich teilte.

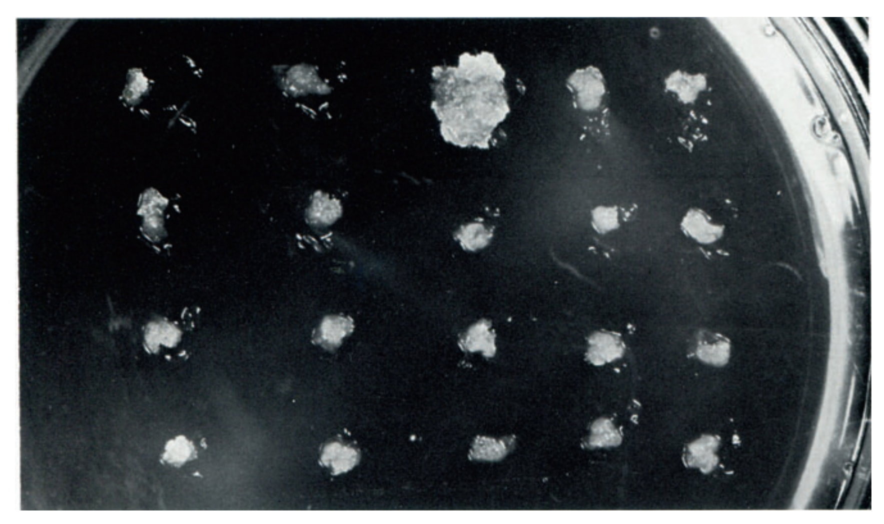


Abb. 12: In einer Petrischale sitzen kleine Kalli der Kartoffelpflanze. Nach Zusatz des Toxins der Kartoffelsäure (Phytophthora infestans) hört das Wachstum der Kalli auf. Nur in der Mitte der untersten Reihe wächst ein Kallus zu resistentem Gewebe aus (nach Dr. M. Behnke).

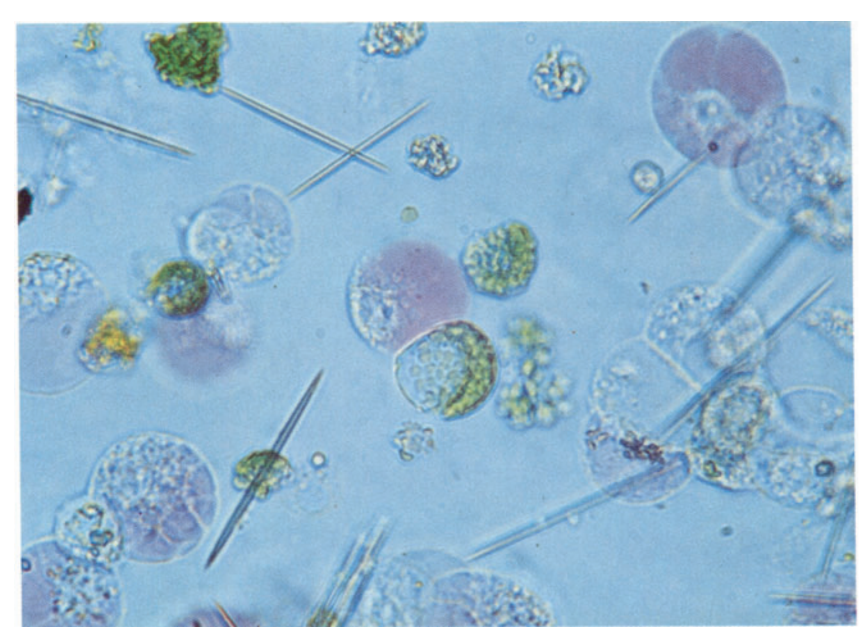
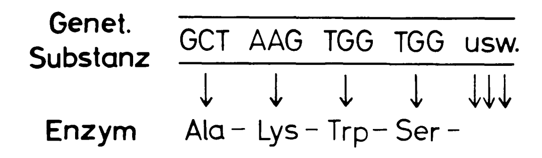


Abb. 13: Beginnende Fusion von Protoplasten aus verschiedenen Pflanzengattungen. Rotblau sind die Protoplasten von Phalaenopsis amabilis (Orchidee), grün die von Triticum aestivum (Brotweizen) gefärbt. In der Mitte des Bildes haben sich 2 der Protoplasten eng aneinandergefügt.



Abb. 14: Linke Reihe: 3 Arten der Gattung Datura (Stechapfel). Von links oben nach unten: Datura stramonium, D. innoxia, D. discolor; rechts oben: der somatisch hergestellte Bastard von D. stramonium und D. innoxia; rechts unten: der in derselben Weise hergestellte Bastard von D. innoxia mit D. discolor.

Gen→Enzym
(Nucleotide: ACGT)



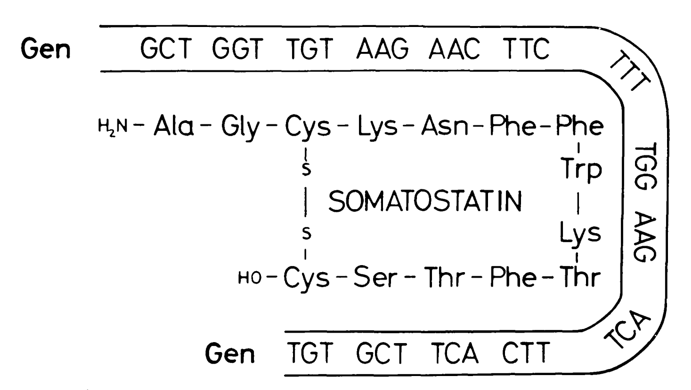


Abb. 15: Ausgehend von der bekannten Aminosäure-Sequenz des Somatostatins konnte das Gen aufgebaut werden, das die Voraussetzung für die Bildung des Hormons bildet.

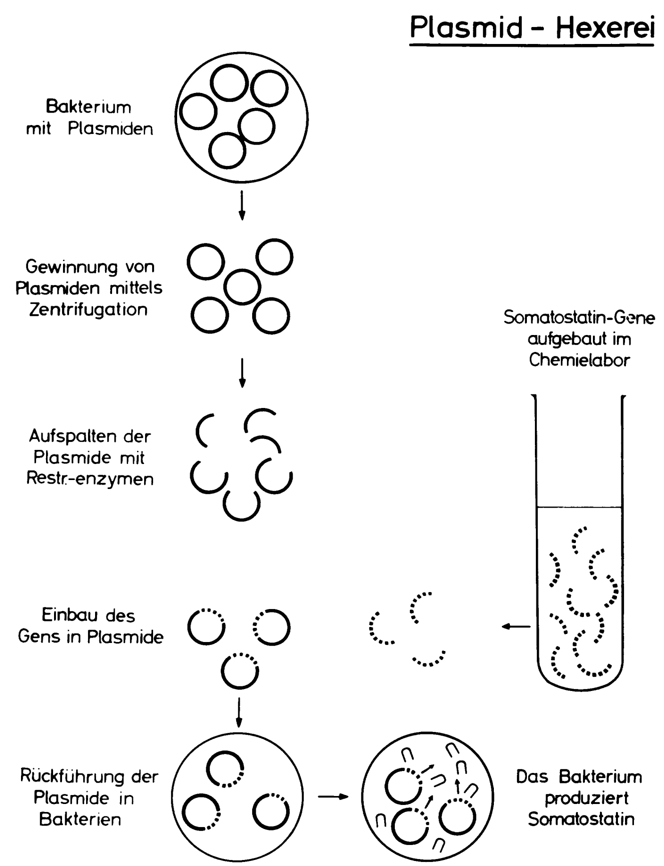


Abb. 16: Plasmide als Vektoren für das Somatostatin-Gen.

Veröffentlichungen der Arbeitsgemeinschaft für Forschung des Landes Nordrhein-Westfalen jetzt der Rheinisch-Westfälischen Akademie der Wissenschaften

Neuerscheinungen 1974 bis 1978

Vorträge N Heft Nr.		NATUR-, INGENIEUR- UND WIRTSCHAFTSWISSENSCHAFTEN
236	*Werner Reichardt, Tübingen*	Verhaltensstudie der musterinduzierten Flugorientierung an der Fliege *Musca domestica*
	Werner Nachtigall, Saarbrücken	Biophysik des Tierflugs
237	*Henry C. J. H. Gelissen, Wassenaar (Niederlande)*	Maßnahmen zur Förderung der regionalen Wirtschaft, gesehen im Blickfeld der EWG
	Horst Albach, Bonn	Kosten- und Ertragsanalyse der beruflichen Bildung
238	*Victor Potter Bond, Upton (USA)*	The Impact of Nuclear Power on the Public: The American Experience
239	*Hennig Stieve, Jülich*	Mechanismen der Erregung von Lichtsinneszellen
240	*Edmund Hlawka, Wien*	Mathematische Modelle der kinetischen Gastheorie
241	*Werner Buckel, Karlsruhe*	Aktuelle Probleme der Supraleitung
	Werner Schilling, Jülich	Zwischengitteratome in Metallen
242	*Reimar Lüst, München*	Plasma-Experimente im Weltraum
243	*Giuseppe Montalenti, Rome*	Recent advances in the understanding of some selective mechanisms in man
	G. H. Ralph von Koenigswald, Frankfurt/M.	Entwicklungstendenzen der frühen Hominiden
244	*Volker Aschoff, Aachen*	Aus der Geschichte der Nachrichtentechnik Jahresfeier am 22. Mai 1974
245	*Lucien Coche, Paris*	Angewandte Forschung für die Stahlerzeugung in den Unternehmen, auf nationaler Ebene und in der Europäischen Gemeinschaft
	Ludwig von Bogdandy, Duisburg	Wechselwirkungen zwischen physikalisch-chemischer Grundlagenforschung, theoretischer Metallurgie und großindustrieller Stahlerzeugung
246	*Theodor Wieland, Heidelberg*	Cyclische Peptide als Werkzeuge der molekularbiologischen Forschung
	Karl-Dietrich Gundermann, Clausthal-Zellerfeld	Grundlagen und Anwendungsmöglichkeiten von Chemilumineszenz, der Umwandlung von chemischer Energie in Licht
247	*Martin J. Beckmann, München und Providence, R. I.*	Wirtschaftliches Wachstum bei erschöpfbaren Ressourcen
	Peter Schönfeld, Bonn	Neuere Beiträge zur statistischen Behandlung autoregressiver Regressionsmodelle
248	*Hermann Haken, Stuttgart*	Quantenoptik, Laser, nichtlineare Optik
249	*Werner Hauss, Münster*	Über Erkrankungen des Herzens und der Gefäße im Alter, insbesondere über den Herzinfarkt und seine Behandlung
	Wolfgang Lutzeyer, Aachen	Die Behandlung des Blasensteins
250	*Helmut Holzer, Freiburg/Br.*	Regulation der Lebensvorgänge auf Enzymebene
251	*Hans Ebner †, Aachen*	Grundlagen zum Entwurf von Plattformen und Behältern für die Meerestechnik
	Helmut Domke, Aachen	Probleme bei der Verwendung von Kunststoffen für tragende Konstruktionen
252	*Walter Ameling, Aachen*	Technische Aspekte der Informatik
	Walter L. Engl, Aachen	Prognosekriterien für technologische Entwicklungen der Elektronikindustrie
253	*Kurt Hamdorf, Bochum*	Primärprozesse beim Sehen der Wirbellosen
	Dietrich von Holst, München	Sozialer Streß bei Tier und Mensch
254	*Hans Kuhn, Göttingen*	Evolution selbstorganisierender chemischer Systeme
	Günther Wilke, Mülheim a. d. Ruhr	Zur Leistungsfähigkeit homogener Übergangsmetall-Katalysatoren
255	*Erich Potthoff, Düsseldorf*	Grundriß einer speziellen Betriebswirtschaftslehre der Hochschule
	Wilhelm Krelle, Bonn	Wirtschaftliche Auswirkungen der Ausweitung des Bildungssystems in der Bundesrepublik Deutschland

256	*Joachim Kowalewski, Aachen*	Neuere Erkenntnisse über Schwingungen von Bauwerken im Wind
	Oskar Pawelski, Düsseldorf	Wege und Grenzen der Plastomechanik bei der Anwendung in der Umformtechnik
257	*Joseph Straub, Köln*	Fortschritte in der Kultur von Pflanzenzellen – neue Züchtungsmethoden
	Meinhart H. Zenk, Bochum	Das physiologische Potential pflanzlicher Zellkulturen
258	*Hans Cottier, Bern*	Die Lebensgeschichte der Lymphozyten und ihre Funktionen
	Sven Effert, Aachen	Über einige neuere Möglichkeiten der Herzdiagnostik
259	*Dietrich Welte, Aachen*	Anwendung der organischen Geochemie für die Erdölexploration
	Werner Schreyer, Bochum	Hochdruckforschung in der modernen Gesteinskunde
260	*Ilya Prigogine, Brüssel*	L'Ordre par Fluctuations et le Système Social
	Josef Meixner, Aachen	Entropie einst und jetzt
261	*Horst E. Müser, Saarbrücken*	Grundlagen und Anwendungen der Ferroelektrizität
	Heinz Bittel, Münster	Das Rauschen, ein ebenso interessantes wie störendes Phänomen
262	*Ekkehard Grundmann, Münster*	Vorstadien des Krebses
	Norbert Hilschmann, Göttingen	Das Antikörperproblem, ein Modell für das Verständnis der Zelldifferenzierung auf molekularer Ebene
263	*Hans K. Schneider, Köln*	Die Zukunft unserer Energiebasis als ökonomisches Problem
	Hans Frewer, Erlangen	Wandel der Energietechnik durch Einsatz neuer Energieträger
264	*Wolfgang Pitsch, Düsseldorf*	Thermodynamik der Eisenmischkristalle
	Bernhard Ilschner, Erlangen	Innere Regelkreise bei der Hochtemperatur-Verformung kristalliner Festkörper
265	*Franz Huber, Seewiesen (Obb.)*	Lautäußerungen und Lauterkennen bei Insekten (Grillen)
		Jahresfeier am 26. Mai 1976
266	*Herbert Giersch, Kiel*	Perspektiven der Entwicklung der Weltwirtschaft
	Norbert Szyperski, Köln	Unternehmungs- und Gebietsentwicklung als Aufgabe einzelwirtschaftlicher und öffentlicher Planung
267	*Hans Brand, Erlangen*	Möglichkeiten und Grenzen einer technischen Nutzung der Sonnenenergie
	Karl-Friedrich Knoche, Aachen	Thermochemische Wasserzersetzungsprozesse
268	*Bartel Leendert van der Waerden, Zürich*	Die vier Wissenschaften der Pythagoreer
	Hans Hermes, Freiburg i. Br.	Hundert Jahre formale Logik
269	*Karl Ernst Wohlfarth-Bottermann, Bonn*	Cytoplasmatische Actomyosine und ihre Bedeutung für Zellbewegungen
	Ernst Zebe, Münster	Anaerober Stoffwechsel bei wirbellosen Tieren
270	*Ronald Mason, Brighton, U. K.*	The Evolution of a Coordination and Organometallic Chemistry of Surfaces
	Max Schmidt, Würzburg	Elementarer Schwefel – neue Fragen zu einem alten Problem
271	*Wolfgang Flaig, Braunschweig*	Fortschritte auf dem Gebiet der Biochemie des Bodens im Bezug zur pflanzlichen Produktion (Übersicht)
	Hermann Kick, Bonn	Probleme der Düngung in der modernen Landwirtschaft
272	*Dietrich W. Lübbers, Dortmund*	Die Sauerstoffversorgung der Warmblüterorgane unter normalen und pathologischen Bedingungen
	Gerhard Neuweiler, Frankfurt/M.	Die Echoortung der Fledermäuse
273	*Ulrich Bonse, Dortmund*	Interferometrie mit Röntgen- und Neutronenstrahlen
	Horst Stegemeyer, Paderborn	Flüssige Kristalle: Strukturen, Eigenschaften und Bedeutung
274	*Kurt Fränz, Ulm*	Humanismus und Technik — Variationen über ein altes Thema
275	*Joseph Rutenfranz, Dortmund*	Arbeitsphysiologische Grundprobleme von Nacht- und Schichtarbeit
	Rainer Bernotat, Meckenheim	Ergonomische Gestaltung von Mensch-Maschine-Systemen
276	*Gerhard Fels, Kiel*	Wiederbelebung der privaten Investitionstätigkeit als wirtschaftspolitische Aufgabe
	Herbert Hax, Köln	Finanzwirtschaftliche Planung in der Unternehmung bei Geldentwertung
277	*Friedrich Liebau, Kiel*	Fortschritte auf dem Gebiet der Kristallchemie der Silikate
278	*Heinrich Kuttruff, Aachen*	Gelöste und ungelöste Fragen der Konzertsaalakustik
	Hermann Schenck, Aachen	Prosperität und Handlungsfreiheit der Stahlindustrien im Kraftfeld konjunktureller und struktureller Bewegungen
279	*Joseph Straub, Köln*	Züchtungsforschung im Dienste der Ernährung
280	*Heinrich Mandel, Essen*	Die Kernenergie im Spannungsfeld zwischen wirtschaftlicher Nutzung und öffentlicher Billigung

ABHANDLUNGEN

Band Nr.		
28	*Hermann Conrad †, Gerd Kleinheyer, Thea Buyken und Martin Herold, Bonn*	Recht und Verfassung des Reiches in der Zeit Maria Theresias. Die Vorträge zum Unterricht des Erzherzogs Joseph im Natur- und Völkerrecht sowie im Deutschen Staats- und Lehnrecht
29	*Erich Dinkler, Heidelberg*	Das Apsismosaik von S. Apollinare in Classe
30	*Walther Hubatsch, Bonn, Bernhard Stasiewski, Bonn, Reinhard Wittram †, Göttingen, Ludwig Petry, Mainz, und Erich Keyser, Marburg (Lahn)*	Deutsche Universitäten und Hochschulen im Osten
31	*Anton Moortgat, Berlin*	Tell Chuēra in Nordost-Syrien. Bericht über die vierte Grabungskampagne 1963
32	*Albrecht Dihle, Köln*	Umstrittene Daten. Untersuchungen zum Auftreten der Griechen am Roten Meer
33	*Heinrich Behnke und Klaus Kopfermann (Hrsg.), Münster*	Festschrift zur Gedächtnisfeier für Karl Weierstraß 1815–1965
34	*Joh. Leo Weisgerber, Bonn*	Die Namen der Ubier
35	*Otto Sandrock, Bonn*	Zur ergänzenden Vertragsauslegung im materiellen und internationalen Schuldvertragsrecht. Methodologische Untersuchungen zur Rechtsquellenlehre im Schuldvertragsrecht
36	*Iselin Gundermann, Bonn*	Untersuchungen zum Gebetbüchlein der Herzogin Dorothea von Preußen
37	*Ulrich Eisenhardt, Bonn*	Die weltliche Gerichtsbarkeit der Offizialate in Köln, Bonn und Werl im 18. Jahrhundert
38	*Max Braubach †, Bonn*	Bonner Professoren und Studenten in den Revolutionsjahren 1848/49
39	*Henning Bock (Bearb.), Berlin*	Adolf von Hildebrand Gesammelte Schriften zur Kunst
40	*Geo Widengren, Uppsala*	Der Feudalismus im alten Iran
41	*Albrecht Dihle, Köln*	Homer-Probleme
42	*Frank Reuter, Erlangen*	Funkmeß. Die Entwicklung und der Einsatz des RADAR-Verfahrens in Deutschland bis zum Ende des Zweiten Weltkrieges
43	*Otto Eißfeldt †, Halle, und Karl Heinrich Rengstorf (Hrsg.), Münster*	Briefwechsel zwischen Franz Delitzsch und Wolf Wilhelm Graf Baudissin 1866–1890
44	*Reiner Haussherr, Bonn*	Michelangelos Kruzifixus für Vittoria Colonna. Bemerkungen zu Ikonographie und theologischer Deutung
45	*Gerd Kleinheyer, Regensburg*	Zur Rechtsgestalt von Akkusationsprozeß und peinlicher Frage im frühen 17. Jahrhundert. Ein Regensburger Anklageprozeß vor dem Reichshofrat. Anhang: Der Statt Regenspurg Peinliche Gerichtsordnung
46	*Heinrich Lausberg, Münster*	Das Sonett *Les Grenades* von Paul Valéry
47	*Jochen Schröder, Bonn*	Internationale Zuständigkeit. Entwurf eines Systems von Zuständigkeitsinteressen im zwischenstaatlichen Privatverfahrensrecht aufgrund rechtshistorischer, rechtsvergleichender und rechtspolitischer Betrachtungen
48	*Günther Stökl, Köln*	Testament und Siegel Ivans IV.
49	*Michael Weiers, Bonn*	Die Sprache der Moghol der Provinz Herat in Afghanistan
50	*Walther Heissig (Hrsg.), Bonn*	Schriftliche Quellen in Moġolī. 1. Teil: Texte in Faksimile
51	*Thea Buyken, Köln*	Die Constitutionen von Melfi und das Jus Francorum
52	*Jörg-Ulrich Fechner, Bochum*	Erfahrene und erfundene Landschaft. Aurelio de'Giorgi Bertòlas Deutschlandbild und die Begründung der Rheinromantik
53	*Johann Schwartzkopff (Red.), Bochum*	Symposium ‚Mechanoreception‘
54	*Richard Glasser, Neustadt a. d. Weinstr.*	Über den Begriff des Oberflächlichen in der Romania

55	*Elmar Edel, Bonn*	Die Felsgräbernekropole der Qubbet el Hawa bei Assuan. II. Abteilung. Die althieratischen Topfaufschriften aus den Grabungsjahren 1972 und 1973
56	*Harald von Petrikovits, Bonn*	Die Innenbauten römischer Legionslager während der Prinzipatszeit
57	*Harm P. Westermann u. a., Bielefeld*	Einstufige Juristenausbildung. Kolloquium über die Entwicklung und Erprobung des Modells im Land Nordrhein-Westfalen
58	*Herbert Hesmer, Bonn*	Leben und Werk von Dietrich Brandis (1824–1907) – Begründer der tropischen Forstwirtschaft. Förderer der forstlichen Entwicklung in den USA. Botaniker und Ökologe
59	*Michael Weiers, Bonn*	Schriftliche Quellen in Moġolī, 2. Teil: Bearbeitung der Texte
60	*Reiner Haussherr, Bonn*	Rembrandts Jacobssegen Überlegungen zur Deutung des Gemäldes in der Kasseler Galerie
61	*Heinrich Lausberg, Münster*	Der Hymnus ›Ave maris stella‹
62	*Michael Weiers, Bonn*	Schriftliche Quellen in Moġolī, 3. Teil: Poesie der Mogholen
63	*Werner H. Hauss (Hrsg.), Münster, Robert W. Wissler, Chicago, Rolf Lehmann, Münster*	International Symposium 'State of Prevention and Therapy in Human Arteriosclerosis and in Animal Models'

Sonderreihe
PAPYROLOGICA COLONIENSIA

Vol. I *Aloys Kehl, Köln*	Der Psalmenkommentar von Tura, Quaternio IX (Pap. Colon. Theol. 1)
Vol. II *Erich Lüddeckens, Würzburg, P. Angelicus Kropp O. P., Klausen, Alfred Hermann † und Manfred Weber, Köln*	Demotische und Koptische Texte
Vol. III *Stephanie West, Oxford*	The Ptolemaic Papyri of Homer
Vol. IV *Ursula Hagedorn und Dieter Hagedorn, Köln, Louise C. Youtie und Herbert C. Youtie, Ann Arbor*	Das Archiv des Petaus (P. Petaus)
Vol. V *Angelo Geißen, Köln*	Katalog Alexandrinischer Kaisermünzen der Sammlung des Instituts für Altertumskunde der Universität zu Köln Band I: Augustus-Trajan (Nr. 1–740)
Vol. VI *J. David Thomas, Durham*	The epistrategos in Ptolemaic and Roman Egypt. Part 1: The Ptolemaic epistrategos
Vol. VII *Bärbel Kramer und Robert Hübner (Bearb.), Köln*	Kölner Papyri (P. Köln) Band 1
Bärbel Kramer und Dieter Hagedorn (Bearb.), Köln	Band 2

SONDERVERÖFFENTLICHUNGEN

Der Minister für Wissenschaft und Forschung des Landes Nordrhein-Westfalen	Jahrbuch 1963, 1964, 1965, 1966, 1967, 1968, 1969, 1970 und 1971/72 des Landesamtes für Forschung

Verzeichnisse sämtlicher Veröffentlichungen der Arbeitsgemeinschaft für Forschung des Landes Nordrhein-Westfalen, jetzt: Rheinisch-Westfälische Akademie der Wissenschaften, können beim Westdeutschen Verlag GmbH, Postfach 300 620, 5090 Leverkusen 3 (Opladen), angefordert werden.